

## COMPARAÇÃO ENTRE CLASSIFICAÇÃO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO POR MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA E MAPBIOMAS<sup>1</sup>

Mônica Carvalho de Sá  
Philippe Guilherme Corcino Souza  
Luis Carlos da Silva Soares<sup>2</sup>  
Fernanda de Aguiar Coelho  
Ricardo Siqueira da Silva  
Larissa Nara Nascimento de Miranda  
Isadora Azevedo Perpétuo  
Sarah Dieckman Assunção Rodrigues

### RESUMO

As mudanças no uso e ocupação do solo decorrente de fatores naturais e de ações antrópicas modificam as paisagens, alterando, por exemplo, a vegetação, o curso dos rios e a integridade do solo, impactando diretamente na sustentabilidade ambiental. O monitoramento do uso e ocupação do solo por meio da interpretação de imagens de satélites é de grande importância por viabilizar informações espaço-temporais no que diz respeito às variações ocorridas nas paisagens, auxiliando em medidas mitigadoras a fim de reduzir os impactos negativos e garantir a sustentabilidade do ambiente. O trabalho teve como objetivo classificar as classes de uso e ocupação do solo por meio de duas ferramentas de geoprocessamento, a Classificação de máxima verossimilhança e o MapBiomias comparando os resultados obtidos por cada ferramenta. Utilizou-se imagens de satélites para elaborar o mapa do MapBiomias, e obter as cenas para produzir o mapa do município de Januária, Minas Gerais. Após a elaboração do mapa de uso e ocupação do solo, foi realizada a classificação dos tipos de cobertura do solo presentes no município pelo método de Classificação Supervisionada. O mapa produzido pelo MapBiomias, foi processado para quantificar classes já identificadas. Após a classificação e quantificação das classes estudadas, os resultados obtidos foram comparados a partir das ferramentas utilizadas. As diferentes ferramentas de geoprocessamento utilizadas apresentaram divergências significativas quanto ao uso e ocupação do solo, demonstrando a necessidade de uma análise mais aprofundada da área estudada para resultados de maior confiabilidade e precisão, auxiliando de forma eficaz em possíveis tomadas de decisões.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento. Classificação supervisionada. MapBiomias. Ocupação do solo.

### COMPARISON BETWEEN THE CLASSIFICATION OF LAND USE AND OCCUPATION BY MAXIMUM-LIKELIHOOD ESTIMATION AND MAPBIOMES

<sup>1</sup>**Como citar este trabalho:** SÁ, Mônica Carvalho de; SOUZA, Philippe Guilherme Corcino; SOARES, Luis Carlos da Silva; COELHO, Fernanda de Aguiar; SILVA, Ricardo Siqueira da; MIRANDA, Larissa Nara Nascimento de; PERPÉTUO, Isadora Azevedo; RODRIGUES, Sarah Dieckman Assunção. Comparação entre classificação de uso e ocupação do solo por máxima verossimilhança e MapBiomias. *ForScience*, **Formiga**, v. 13, n. 1, 2025., jan./jun. 2025. DOI: [10.29069/forscience.2025v13n1.e1256](https://doi.org/10.29069/forscience.2025v13n1.e1256).

<sup>2</sup> **Autor correspondente:** Luis Carlos da Silva Soares, e-mail: [luisccbvgp@gmail.com](mailto:luisccbvgp@gmail.com).

## ABSTRACT

Changes in land use and occupation resulting from natural factors and human actions modify landscapes, changing, for example, vegetation, the course of rivers and soil structure, directly impacting environmental sustainability. Monitoring land use and occupation through the interpretation of satellite images is of great importance as it provides space-time information with regard to variations in landscapes, helping with mitigating measures in order to reduce impacts and ensure sustainability of the environment. The objective of this work was to classify the classes of land use and occupation using two geoprocessing tools, the Maximum Likelihood Classification and MapBiomias, comparing the results obtained by each tool. Satellite images were used to prepare the MapBiomias map, and to obtain the scenes to produce the map of the municipality of Januária, Minas Gerais. After preparing the map of land use and occupation, the classification of the types of land cover present in the municipality was performed using the Supervised Classification method. The map produced by MapBiomias was processed to quantify classes already identified. After classifying and quantifying the classes studied, the results obtained were compared based on the tools used. The different geoprocessing tools used showed significant differences regarding land use and occupation, demonstrating the need for a more in-depth analysis of the studied area for more reliable and accurate results, effectively helping in possible decision-making.

**Keywords:** Geoprocessing. Supervised classification. MapBiomias. Land occupation.

## 1 INTRODUÇÃO

O intensivo uso dos recursos naturais devido ao crescimento populacional e suas demandas vêm trazendo mudanças significativas quanto ao uso e ocupação da terra. De acordo com Foley et al. (2005), as ações antrópicas estão mudando as paisagens do mundo de maneiras difusas. As atividades de uso da terra transformam o ambiente, seja convertendo paisagens naturais, ou por meio de mudanças nas práticas de manejo do solo - como exemplo, tem-se a expansão de centros urbanos e a intensa produção agrícola. Além disso, o desenvolvimento econômico associado ao uso do solo pode trazer consequências irreversíveis para o meio ambiente, como mudanças na disponibilidade hídrica subterrânea, perda de biodiversidade e degradação e erosão do solo (Koellner; Scholz, 2007).

A fim de desenvolver o manejo sustentável e aplicar políticas públicas para mitigar os impactos negativos causados pelas mudanças no uso e ocupação do solo, é de extrema importância a disponibilidade de informações sobre as paisagens modificadas, visando monitorar e modelar as mudanças ocorridas. Portanto, o uso de informações espaço-temporais

para o monitoramento do solo quanto ao seu uso e sua cobertura se torna indispensável, sendo um instrumento que auxilia na quantificação de possíveis impactos (Coelho et al., 2014; Jansen; Di Gregorio, 2004).

Segundo Mello Filho (2003), o geoprocessamento é uma ferramenta que faz uso de um determinado banco de dados a fim de viabilizar informações espaço-temporais do local de estudo, sendo que, a qualidade do banco de dados influencia na precisão das informações fornecidas pela ferramenta de geoprocessamento. Neste sentido, através da manipulação de dados realizada por meio dessa ferramenta torna-se possível uma tomada de decisão mais assertiva no que diz respeito ao planejamento e gestão socioeconômica de recursos naturais. Weiss (2012) ainda afirma que o geoprocessamento confronta dados de forma rápida e eficaz, otimizando os prazos para obterem-se resultados satisfatórios, além de facilitar a escolha de alternativas mais eficazes.

Junto ao geoprocessamento, os sistemas de informação geográfica (SIG) associados ao processamento de dados desempenham papel relevante na identificação e classificação do território. Os SIGs têm como objetivo, por meio de diversos tipos de informações espacialmente georreferenciadas, a elaboração de um banco de dados. Uma vez que o banco de dados esteja disponível, diversas ações podem ser realizadas, tais como, manipular e armazenar dados, realizar análises estatísticas e executar mapas (Weiss, 2012).

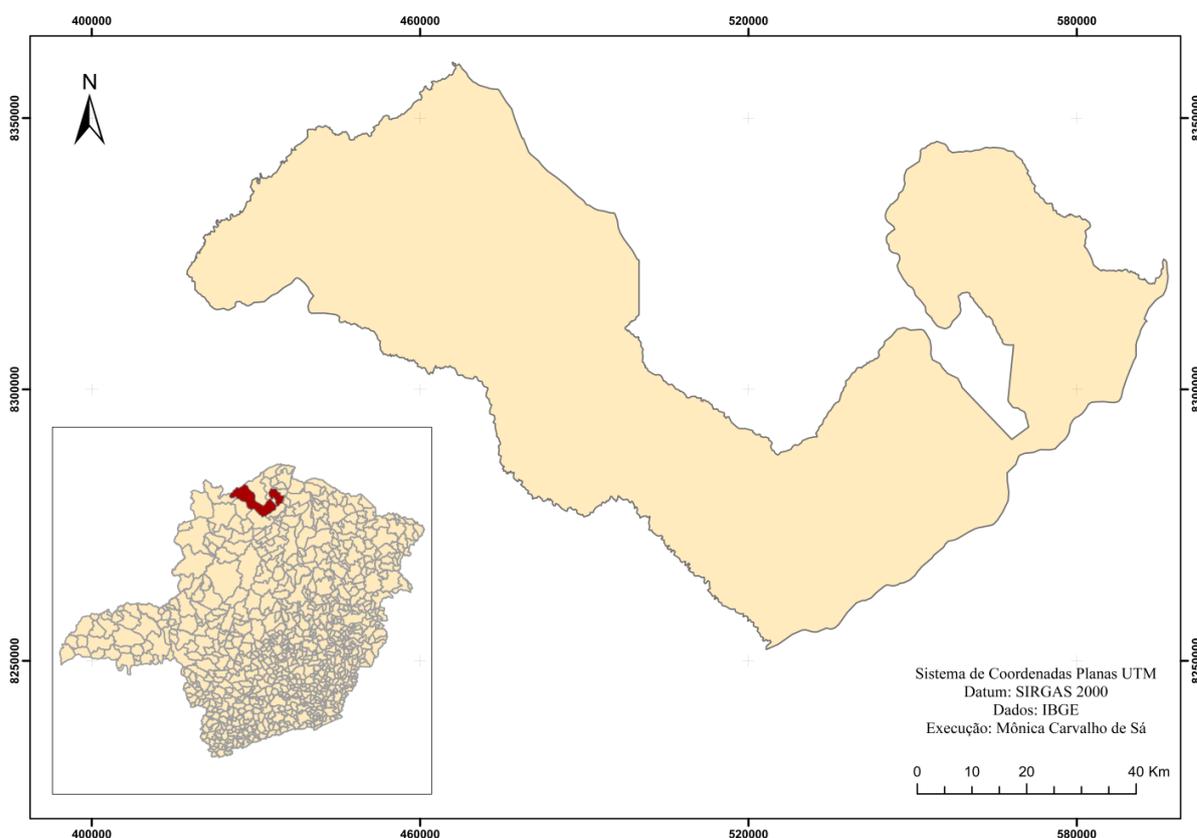
Lançado em 2015, o projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomias) é uma iniciativa multi-institucional promovida pelo Observatório do Clima, tendo como objetivo, através do desenvolvimento de uma metodologia rápida e confiável, auxiliar na compreensão da dinâmica de uso e ocupação do solo do país. A plataforma é integrada por ONGs, Universidades e startups, onde cada organização assume um papel dentro do projeto, sendo responsável por liderar os estudos relacionados a um Bioma e *Crosscutting* específicos (como exemplo a agricultura, infraestrutura urbana e plantação florestal) (Souza Junior; Azevedo, 2017).

Dentro desse cenário de geotecnologias, tem-se a classificação supervisionada que possibilita o gerenciamento e análise de dados espaciais em ambiente SIG, sendo um importante recurso utilizado para refinar estudos no que diz respeito ao uso e ocupação do solo, garantindo que as pesquisas apresentem resultados mais precisos. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo comparar a classificação de uso e ocupação do solo no município de Januária-

MG, realizada pelo método de classificação supervisionada pela máxima verossimilhança com a classificação disponibilizada pelo MapBiomias (2017).

## 2 ÁREA, MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Januária, situado na região norte do estado de Minas Gerais (Fig. 1), encontra-se localizado nas seguintes coordenadas geográficas, latitude 15°28'55" S e longitude 44°22'41" W, e altitude de 474 m. A região possui um clima do tipo Aw, sendo um clima tropical úmido com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média anual deste município é de 24,5° C, e sua precipitação média anual é de 900 mm. A vegetação predominante nesta região é do tipo transição cerrado-caatinga, sendo o solo classificado como Neossolo Quartzarênico, com relevo principalmente plano (SANTOS et al., 2016).



**Figura 1-** Mapa de localização do município de Januária, MG.  
**Fonte:** Autores (2023)

Além da agropecuária, o desenvolvimento econômico na região do norte de Minas Gerais tem forte participação da agroindústria dando destaque à produção de laticínios. Entretanto, no município de Januária, a atividade agroindustrial que se destaca, considerando a população envolvida ou número de trabalhadores, é a produção de aguardente, tendo um papel importante quanto à produção e exportação deste produto no país. Além disso, o município de Januária está localizado à margem esquerda do Rio São Francisco, favorecendo o desempenho de atividades agrícolas na região (Neves, 2010; Resende; Cabral, 2005).

O geoprocessamento dos dados foi realizado em ambiente SIG, no programa ArcGis 10.8 (ESRI, 2020). Para a classificação supervisionada foram utilizadas imagens de satélite obtidas pelo USGS (United States Geological Survey) através do site Earth Explorer. O satélite escolhido foi o LANDSAT-8, sensor OLI (Operacional Terra Imager). As bandas utilizadas foram 2, 3, 4, 5, 6 e 7, sendo a resolução espacial das bandas multiespectrais utilizada de 30 metros (Santos, 2013).

A fim de garantir uma análise mais eficaz da área de estudo, foram escolhidas imagens em um período do ano que houvesse ausência de nuvens, sendo este o mês de agosto de 2017. Foram necessárias três cenas para que o município de Januária fosse completamente enquadrado, sendo que duas cenas estavam localizadas na órbita 219, nos pontos 070 e 071, enquanto a terceira cena se localizou na órbita 220 e no ponto 070.

Para a manipulação das cenas, foi realizado um *composite* de cada cena constituído pelas bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7. A partir dos *composites* elaborou-se o mosaico das três cenas e em seguida foi feito o recorte do mosaico no limite do município de Januária. A projeção que acompanha as imagens adquiridas é a projeção UTM, datum WGS 1984, entretanto, neste trabalho todas as imagens foram reprojctadas para o datum SIRGAS 2000, zona 23 S, a fim de padronizar os dados.

Para realizar a interpretação das imagens foi utilizada a composição das bandas 5 (850-880 nm), 6 (1570-1650 nm) e 4 (640-690 nm), sendo associadas, respectivamente, às cores vermelho (R), verde (G), e azul (B). A escolha desta composição visou possibilitar um contraste que fizesse uma melhor distinção das classes de uso do solo. A classificação da imagem obtida deu-se a partir do método de Classificação Supervisionada, utilizando o algoritmo classificador de máxima verossimilhança (MAXVER).

As classes a serem identificadas nas imagens foram definidas de modo a se assemelhar às classes já existentes no MapBiomias, logo, as classes definidas no presente trabalho foram

floresta natural, formação natural não florestal, pastagem/agricultura, cultura anual e perene, infraestrutura urbana, área não vegetada e corpos d'água.

**Quadro 1-** Agrupamento das classes de uso e ocupação presentes no MapBiomias.

<b>Classes MapBiomias</b>	<b>Classes nominadas</b>
Formação Florestal e Savânica	Floresta Natural
Formação Campestre	Formação Natural Não Florestal
Pastagem, Agricultura, Mosaico de Agricultura e Pastagem	Pastagem/Agricultura
Cultura Anual e Perene	Cultura Anual e Perene
Infraestrutura Urbana	Infraestrutura Urbana
Afloramento rochoso/Área não vegetada	Área não vegetada
Rios, lagos e oceano	Corpos D'água

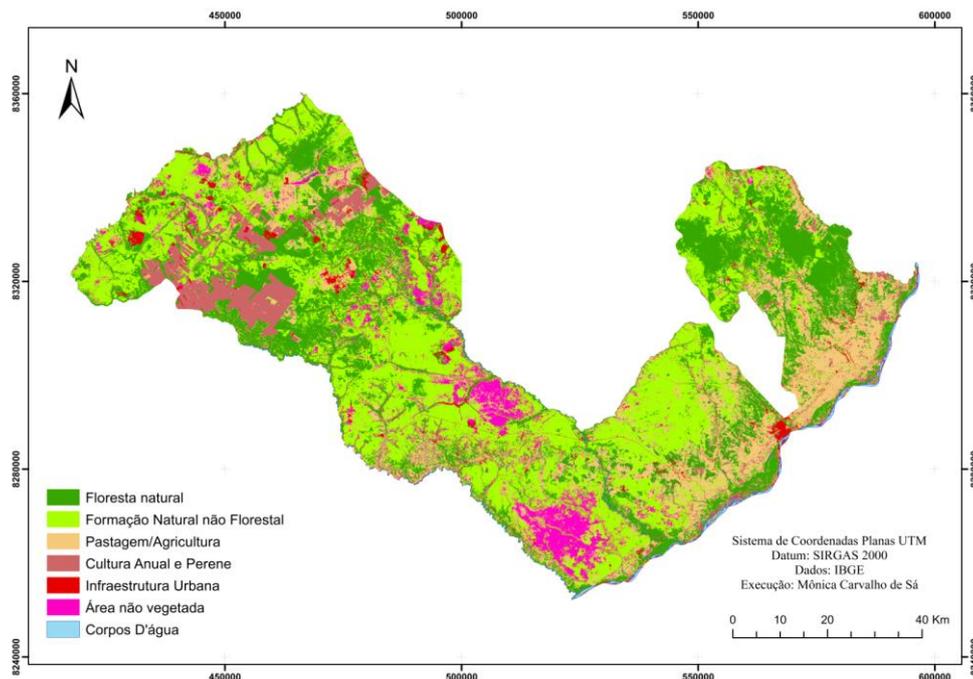
**Fonte:** Autores (2023)

O mapa oriundo do MapBiomias utilizado neste trabalho foi o do município de Januária no ano de 2017. O mapa foi obtido no formato TIF e processado no ArcGis 10.8. A imagem teve seu formato alterado para o formato shapefile, visando à padronização dos dados. A projeção original do mapa que era UTM, datum WGS 1984, foi reprojetada para UTM, datum SIRGAS 2000. Por meio do método de classificação supervisionada algumas das classes identificadas foram agrupadas, enquanto outras classes tiveram sua nomeação alterada, essas medidas foram tomadas com o intuito de padronizar as classes de uso e ocupação do solo, como pode ser observado no Quadro 1. Por fim, com intuito de identificar diferenças estatísticas entre os métodos de classificação o teste t variado bicaudal foi realizado.

### 3 RESULTADOS

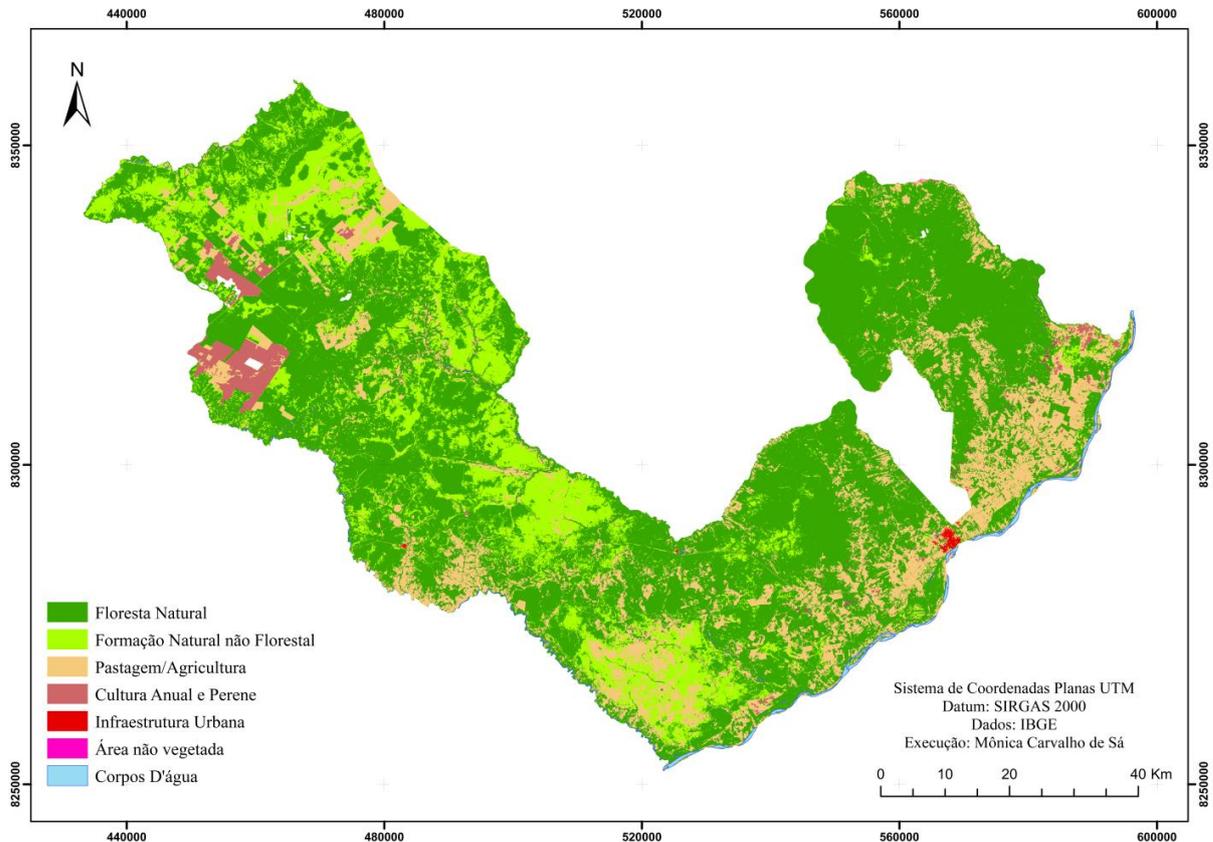
A Figura 2 representa o mapa das classes de uso e ocupação do solo do município de Januária-MG determinado pelo método MaxVer, podendo-se observar que na maior parte do território as classes predominantes são as de floresta natural e formação natural não florestal. O mapa ainda destaca que uma parte considerável do território é ocupada por pastagem/agricultura e culturas anuais e perenes, evidenciando a importância das atividades agropecuárias no município. As áreas não vegetadas encontram-se concentradas em poucos pontos do mapa, o que indica a presença de solos expostos no município. Já os corpos d'água se concentram na

região sul do município, local onde passa o Rio São Francisco, podendo também ser identificados afluentes desse rio em outros pontos da cidade de Januária-MG.



**Figura 2-** Mapa das classes de uso e ocupação do solo produzido pelo método MaxVer.  
**Fonte:** Autores (2023)

O mapa obtido pelo MapBiomias (Figura 3) difere do mapa elaborado pelo método MaxVer quanto às áreas de cada classe de uso e ocupação do solo. Em princípio é possível notar que a classe de floresta natural se apresenta com maior predominância no mapa MapBiomias. Porém se observa (Figura 3, pelo Mapbiomas) uma muito menor quantidade de terras, quanto à classe de áreas não vegetadas. Nota-se, neste mapa, que aquelas áreas não vegetadas (identificadas no mapa do Max Ver) poderiam estar incluídas na classe de formação natural não florestal do MapBiomias. Outra mudança observada é a redução da classe de infraestrutura urbana obtida pelo mapBiomias. Contudo, quanto à classe de corpos d'água, em ambos os métodos as áreas são semelhantes.



**Figura 3-** Mapa das classes de uso e ocupação do solo obtido pelo MapBiomias.  
**Fonte:** Autores (2023)

A Tabela 1 mostra o percentual de áreas referentes a cada classe de uso e ocupação obtida para cada método analisado. A classe de Floresta natural identificada no MapBiomias é a classe predominante, representando mais de 60 % da área do território, já no mapa MaxVer a classe que predomina no território é a Formação natural não florestal, com 36,94% da área total. Isso pode ter se dado, pois o classificador MaxVer pode apresentar relevante presença de ruídos, e para a classe de áreas de floresta, pode não ser muito adequado (Santino et al., 2019).

A classe que obteve resultados com diferenças mais discrepantes foi a classe de Área não vegetada, representando apenas 0,10% da área total no MapBiomias e 6,32% no mapa MaxVer. Por não conseguir fazer uma boa cobertura de ruídos e nuvens, muitas vezes esses pixels podem ser confundidos com corpos d'água ou área urbana (Nascimento et al., 2016; Santino et al., 2019).

Dentre as classes analisadas, a de Corpos D'água foi a classe que apresentou resultados mais semelhantes, com apenas 0,03% da área total de diferença entre os mapas.

**Tabela 1 - Área total das classes de uso e ocupação do solo**

Classes	Mapbiomas (ha)	(%)	MAXVER (ha)	(%)
Floresta natural	411.630,00	61,84	213.356,00	29,25
Formação natural não florestal	121.249,00	18,22	269.404,00	36,94
Pastagem/Agricultura	115.155,80	17,30	128.210,00	17,58
Cultura Anual e Perene	12.657,90	1,90	51.453,90	7,05
Infraestrutura urbana	736,35	0,11	17.227,70	2,36
Área não vegetada	653,60	0,10	46.061,40	6,32
Corpos D'água	3.522,41	0,53	3.629,04	0,50
<b>Área total</b>	<b>665.605,05</b>	<b>100</b>	<b>729.342,04</b>	<b>100</b>

**Fonte:** Autores (2023)

A tabela 2 apresenta os resultados do teste t para a comparação dos métodos avaliados. As diferenças entre os dois métodos, embora expressivas, são muito inconsistentes. Isto gera uma grande variação entre as diferenças. Portanto, há uma inconsistência significativa entre os dois métodos para cada classe considerada. Conclui-se então que a média destas diferenças não é significativamente diferente de zero.

**Tabela 2 - Teste t pareado bicaudal.**

Classes	MapBiomias (ha)	MAXVER (ha)	Diferença
Floresta natural	411 630,00	213 356,00	198 274,00
Formação natural não florestal	121 249,00	269 404,00	-148 155,00
Pastagem/Agricultura	115 155,80	128 210,00	-13 054,20
Cultura Anual e Perene	12 657,90	51 453,90	-38 796,00
Infraestrutura urbana	736,35	17 227,70	-16 491,35
Área não vegetada	653,60	46 061,40	-45 407,80
Corpos D'água	3 522,41	3 629,04	-106,63
		<b>Média</b>	<b>-9 105,3</b>
		<b>Erro Padrão</b>	<b>39 246,33</b>
		<b>T</b>	<b>0,23</b>
		<b>P(t)</b>	<b>82,42%</b>

**Fonte:** Autores (2023)

Ademais, houve também divergências quanto à área total do município. O arquivo shapefile disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) delimita o município de Januária com uma área total igual a 729 342,04 hectares, ao passo que o limite definido pelo arquivo shapefile do MapBiomias apresentou uma área total de 665 605,05 hectares, o que resulta em uma diferença de 63 736,99 hectares. Os dados contidos nessa tabela

2 foram calculados para cada classe de uso e ocupação do solo, em proporção às suas respectivas áreas totais.

#### **4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

O uso de diferentes ferramentas de geoprocessamento resultou em divergências consideráveis quanto à representatividade de cada classe de uso e ocupação do solo. As geotecnologias vêm sendo cada vez mais aplicadas em estudos referentes aos mais diversos tipos de territórios, sendo amplamente utilizadas tanto no meio público quanto no privado, uma vez que permitem agilidade nos processos de análise de dados, na avaliação das mudanças ocorridas na paisagem e, tornam a tomada de decisão mais consistente e eficaz. Os mapas elaborados neste trabalho são exemplos do fácil acesso a essas tecnologias, devido à grande disponibilidade de dados de entrada para as ferramentas de geoprocessamento. A elaboração e manipulação de mapas feita neste trabalho comprova que existem múltiplas alternativas para processar dados georreferenciados.

O MapBiomias é capaz de processar conjuntos de dados e gerar mapas de uso e ocupação do solo do ano de 1985 até os dias atuais (MAPBIOMAS, 2017). Para a produção dos mapas, especialistas em sensoriamento remoto trabalham juntos desenvolvendo métodos e algoritmos capazes de serem processados na interface do editor de códigos do Google Earth Engine, que é uma plataforma que permite análises científicas e a visualização de conjuntos de dados geoespaciais (Souza Junior; Azevedo, 2017). Os mapas gerados no MapBiomias são obtidos por meio dos satélites Landsat 5, Landsat 7 e Landsat 8 e de seus sensores Landsat Thematic Mapper™, Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) e Operational Land Imager and Thermal Infrared Sensor (OLI-TIRS).

A MaxVer trabalha com pixels homogêneos classificando-os de acordo com suas semelhanças em relação aos pixels vizinhos. Em suma, o algoritmo calcula a probabilidade de os pixels pertencerem a uma determinada classe, executando assim uma tarefa de classificação (CECHIM JÚNIOR; JOHANN; ANTUNES, 2017). Sua eficiência é dependente da precisão do vetor da matriz de covariância de todas as classes espectrais tornando-a totalmente dependente da quantidade de pixels utilizados nas amostras de treinamento (SHIBA et al., 2005). Ademais, Liu et al. (2011) comentam que o classificador MaxVer é sensível à grandes variações intraclasses, fazendo-o perder sua eficiência.

Apesar das limitações, o processamento via MaxVer, comumente é aplicado para geração de mapas de uso e ocupação de solos. Vários estudos vêm comparando o seu desempenho que por vezes têm sido inferiores ao Random Forest, knearest neighbor (KNN), Bhattacharya (SOUZA et al., 2019; CRUZ; OLIVEIRA.2021; SANTOS et al., 2022).

Souza et al. (2019) compararam a acurácia de classificação de várias classes de uso e ocupação de solo entre os métodos de MaxVer, KNN e Bhattacharya. O método KNN teve maior acurácia para todas as classes quando comparado aos outros métodos, seguido pelo método de Bhattacharya. Similarmente, Cruz e Oliveira (2021) e Santos et al. (2022) constataram uma inferioridade do MaxVer perante o método de Random Forest e Bhattacharya, respectivamente.

Das classes avaliadas neste trabalho, somente a Pastagem/agricultura e os corpos d'água apresentaram valores de áreas (%) próximos entre os métodos avaliados. Cruz e Oliveira (2021) também encontraram valores próximos para tais classes entre o MaxVer e Random Forest. Ademais, notáveis diferenças foram encontradas pelos autores para áreas urbanas do mesmo modo que encontradas neste trabalho.

A grande diferença entre as classes para as abordagens aqui testadas é notada para a classe das Florestas. A Abordagem de MaxVer apresentou quase que metade da área quando comparada ao MapBiomias. Essa menor área para florestas pode ser consequência do tipo de estimador que foi empregado na análise. O algoritmo de MaxVer é um dos algoritmos do tipo shrinkage, que dentre outras características, promove um encolhimento dos dados em direção da média durante o processo de ajuste, diminuindo a variância dos dados e aumentando a acurácia das estimativas. Deste modo, os valores dos pixels da abordagem MaxVer podem ter sido corrigidos e redistribuídos para outras classes, o que elucidaria a diferença de área encontrada. Ademais, diferenças de classificações das classes entre os métodos também podem ser justificadas por esse tipo de efeito dos modelos MaxVer. Mello et al. (2012), por exemplo, inferem que o MaxVer é um método excelente para lidar com Florestas quando comparado ao algoritmo K-means.

O teste t entre o MaxVer e o MapBiomias denota que a média dos dois métodos não é diferente. Deste modo, o emprego de qualquer um dos métodos não retorna uma diferença para a média das classes. Todavia isso não exclui a possibilidade de diferença de algumas classes entre os métodos. Avaliações posteriores podem buscar desenvolver análises estatísticas que desmembram e comparam cada classe dos modelos a fim de títulos mais informativos.

## 5 CONCLUSÕES

O presente trabalho demonstrou a importância das ferramentas de geoprocessamento para o mapeamento de áreas e processamento de dados quanto ao uso e ocupação do solo. A produção e manipulação dos mapas evidenciaram a eficiência e rapidez de técnicas de geoprocessamento na convergência das variáveis ambientais. Além disso, pode-se verificar que os métodos de análise espacial aqui apresentados apresentaram diferenças quanto aos resultados obtidos, podendo haver ferramentas com resultados mais precisos do que outras. Portanto, para que os trabalhos realizados em ambientes de geoprocessamento tenham resultados mais satisfatórios é importante que se faça um estudo detalhado das áreas a serem analisadas, sendo as imagens de satélites aliadas às ferramentas de geoprocessamento de extrema importância para a identificação das classes de uso e ocupação do solo. Por fim, outra forma de aprimorar os estudos realizados em ambientes de geoprocessamento é uma coleta de dados *in loco*, a fim de validar as informações observadas pelas cenas dos satélites.

## REFERÊNCIAS

- COELHO, V. H. R. et al. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 64–72, 2014. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br/revista/v18n01/v18n01a09.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2025.
- CECHIM, C.; JOHANN, J. A.; ANTUNES, J. F. G. Mapping of sugarcane crop area in the Paraná State using Landsat/TM/OLI and IRS/LISS-3 images. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 6, p. 427–432, jun. 2017.
- CRUZ, U. R. X.; OLIVEIRA, L. P. Comparativo entre os métodos de classificação MaxVer e Random Forest utilizando imagem Sentinel-2B. **Cadernos do Leste**, v. 21, n. 21, 2021.
- ESRI. **ArcGIS Desktop**: Release 10.8. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2020.
- FOLEY, J. A. et al. Global consequences of land use. **Science**, Washington, v. 309, n. 5734, p. 570–574, 2005.
- JANSEN, L. J. M.; DI GREGORIO, A. Obtaining land-use information from a remotely sensed land cover map: Results from a case study in Lebanon. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 5, n. 2, p. 141–157, 2004.

KOELLNER, T.; SCHOLZ, R. W. Assessment of land use impacts on the natural environment. Part 1: an analytical framework for pure land occupation and land use change. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 12, n. 1, p. 16–23, 2007.

LIU, C. et al. Classification of non-vegetated areas using Formosat-2 high spatiotemporal imagery: the case of Tseng-Wen Reservoir catchment area (Taiwan). **International Journal of Remote Sensing**, v. 32, n. 23, p. 8519–8540, 2011.

MAPBIOMAS. *ATBD\_R. Algorithm Theoretical Basis Document & Results: Amazon Biome*, 2017.

MELLO, A. Y. I. et al. Avaliação de técnicas de classificação digital de imagens Landsat em diferentes padrões de cobertura da terra em Rondônia. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 3, p. 537–547, maio 2012.

MELLO FILHO, J. A. de. **Qualidade de vida na Região da Tijuca, RJ, por geoprocessamento**. 2003. 288 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

NASCIMENTO, I. S. et al. Avaliação da exatidão dos classificadores MaxVer e Iso Cluster do software ArcGIS for Desktop, com uso de imagem Landsat 8 no município de Cáceres/MT. **Revista Continentes**, Seropédica, ano 5, n. 8, p. 48–66, 2016.

NEVES, E. O. **Instituto de Agronomia – Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola**. 2010. 66 f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010. Disponível em: <http://www.ia.ufrj.br/ppgea/dissertacao/EdivalMilhomemBorba.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2025.

RESENDE, S. A.; CABRAL, F. Terra do rio, terra da gente: agricultura de vazante do rio São Francisco – Januária (MG). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 3.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 2., 2005. **Anais [...]**. p. 8.

SANTINO, B. S.; NOGUEIRA, A. T.; CHAVES, J. N. Análise do crescimento da mancha urbana no município de Feira de Santana, Bahia: um olhar socioambiental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19., 2019, Santos, SP. **Anais [...]**. São José dos Campos: INPE, 2019.

SANTOS, A. M. et al. Digital image classification: a comparison of classic methods for land cover and land use mapping. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 45, 2022.

SANTOS, J. **LANDSAT-8: download de imagens através dos sites Earth Explorer e GLOVIS**. 2013. Disponível em: <http://www.processamentodigital.com.br>. Acesso em: 10 nov. 2018.

SANTOS, M. A. et al. Desempenho agrônômico de milho consorciado com feijão-de-corda em diferentes populações e arranjos de plantas no semiárido mineiro. **Revista Agroambiente On-Line**, Boa Vista, v. 10, n. 3, p. 201, 2016. Disponível em: <http://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/3286>. Acesso em: 3 jul. 2025.

SHIBA, M. H. et al. Classificação de imagens de sensoriamento remoto pela aprendizagem por árvore de decisão: uma avaliação de desempenho. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005. **Anais [...]**. p. 4319–4326.

SOUZA, A. R. et al. Cartografia do invisível: revelando a agricultura de pequena escala com imagens RapidEye na região do Baixo Tocantins, PA. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 38, p. 137–153, 2019.

SOUZA JUNIOR, C.; AZEVEDO, T. **MapBiomias General Handbook**. 2017. Disponível em: [https://mapbiomas.storage.googleapis.com/base-de-dados/metodologia/colecao-2\\_3/ATBD-MapBiomias-Geral-2018-01-07.pdf](https://mapbiomas.storage.googleapis.com/base-de-dados/metodologia/colecao-2_3/ATBD-MapBiomias-Geral-2018-01-07.pdf). Acesso em: 3 jul. 2025.

WEISS, R. **Identificação da fragilidade ambiental quanto a enchentes e desmorações no perímetro urbano de Santa Maria–RS por geotecnologias**. 2012. 118 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

#### **DADOS DOS AUTORES:**

##### **Mônica Carvalho de Sá**

**E-mail:** [monica-de.sa@hotmail.com](mailto:monica-de.sa@hotmail.com)

**Curriculum Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/5304289116562826>

Possui graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais (2017). Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Engenharia Agrícola. Foi bolsista do CNPq em 2013/2014 pelo programa de graduação-sanduiche Ciência sem Fronteiras, no qual cursou BSc Environmental Management na Glasgow Caledonian University, na Escócia. Membro do grupo de pesquisa GERHISA (Grupo de Estudos em Recursos Hídricos no Semiárido). Atuou como monitora voluntária no período 2016/2 no Laboratório de Hidráulica do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG. Estagiou em 2016 na empresa Parceiros Rurais na área de projetos agropecuários. Pós graduada em Meio Ambiente, Desenvolvimento e Sustentabilidade pela Universidade Cândido Mendes. Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Atualmente é doutoranda em Produção Vegetal pela Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Membro do grupo de pesquisa AgriMe (Agricultura e Modelagem Ecológica).

##### **Philipe Guilherme Corcino Souza**

**E-mail:** [philipe.corcino@gmail.com](mailto:philipe.corcino@gmail.com)

**Curriculum Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/0185040143183628>

Doutor em Produção Vegetal pela UFVJM-Diamantina, Mestre em Ciências Agrárias pela UFSJ-CSL, Engenheiro Agrônomo pela FEAD-MG e Técnico Agrícola pelo IFMG campus São João Evangelista. Atualmente Professor EBTT no IFTM campus Uberlândia e realiza pesquisas em Agricultura de precisão, geoprocessamento, modelagem de nicho ecológico de insetos com Maxent. Possui ainda experiência na área acadêmica no ensino superior e técnico, com avaliação e vendas de imóveis rurais, assistência técnica e extensão rural,

geoprocessamento, com ênfase em estudos ambientais, zoneamentos e caracterização de agroecossistemas.

**Luis Carlos da Silva Soares**

**E-mail:** [luisccbvgp@gmail.com](mailto:luisccbvgp@gmail.com)

**Curriculum Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/9091987263769095>

Engenheiro Florestal pelo Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG, mestre e doutorando em genética e melhoramento de plantas pela Universidade Federal de Lavras - UFLA Atua principalmente em pesquisas de melhoramento florestal buscando abordagens significativas para a seleção das árvores com melhores constituições genotípicas via fenotipagem de alto rendimento. Possui sólidos conhecimentos em estatística experimental além de experiência em Manejo de povoamentos, fitopatógenos, tecnologia da madeira e de solos e um bom entendimento em linguagem Python.

**Fernanda de Aguiar Coelho**

**E-mail:** [aguiar.fernanda@ufvjm.edu.br](mailto:aguiar.fernanda@ufvjm.edu.br)

**Curriculum Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/4135085570189358>

Graduada em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), especialista em Geoprocessamento Aplicado pelo Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) e mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Atualmente, é doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da UFVJM. É integrante do grupo de estudos em agricultura e modelagem ecológica (AgriMe - UFVJM) e da Associação Feminina de Engenharia, Agronomia e Geociências de Minas Gerais (AFEAG-MG).

**Ricardo Siqueira da Silva**

**E-mail:** [ricardo.siqueira@ufvjm.edu.br](mailto:ricardo.siqueira@ufvjm.edu.br)

**Curriculum Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/4230649535338454>

Possui o título de Engenheiro Agrônomo, pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Mestrado, Doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela UFV, com período sanduíche (PSDE) financiado pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) na University of New England (UNE), na Escola de Ciências Ambientais e Rurais, Austrália, Pós-Doutorado e Pesquisador Visitante no Departamento de Modelagem Ecológica do Helmholtz-Centre for Environmental Research UFZ, Alemanha. Atualmente é Professor do Magistério Superior, Classe A - Denominação de Adjunto C, Nível 1 no curso de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UFVJM e do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da UFVJM, professor do curso de Pós-Graduação lato Sensu em Proteção de plantas-UFV e Membro do International Pest Risk Research Group. Foi coordenador do curso de Agronomia da UFVJM (2021-2023), Campus JK. É revisor de periódicos científicos, editor associado da Neotropical Entomology, Revista Brasileira de Entomologia, da Entomological Intelligencer, Revista Brasileira de Milho e Sorgo, editor convidado da Sustainability, Plants e BMC Environmental Science, membro da Câmara de Assessoramento em Ciências Agrárias da FAPEMIG (CAG/FAPEMIG) e consultor ad hoc do CNPq. Líder do Grupo de Pesquisa AgriMe (Agricultura e Modelagem Ecológica) com pesquisas na área em defesa sanitária vegetal no Brasil em cenários atuais e de mudanças climáticas. Tem experiência na área de Agronomia, Fitotecnia e Entomologia.

**Larissa Nara Nascimento de Miranda**

**E-mail:** [larissanara8@gmail.com](mailto:larissanara8@gmail.com)

**Curriculum Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/6368073416271985>

Formação Técnica em Contabilidade; Bacharel em Engenharia Florestal, com graduação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG-SJE). Mestra em Ciência e Tecnologia da Madeira pela Universidade Federal de Lavras (UFLA/ESAL), com foco de pesquisa na área de tecnologia de celulose e papel. Doutoranda pelo programa de Ciência e Tecnologia da Madeira pela Universidade Federal de Lavras (UFLA/ESAL), pesquisa em desenvolvimento utilizando coprodutos da indústria de papel e celulose, buscando maiores informações e novas aplicações para lignina Kraft residual.

**Isadora Azevedo Perpétuo**

**E-mail:** [perpetuoisadora@gmail.com](mailto:perpetuoisadora@gmail.com)

**Curriculum Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/1961931804871987>

Engenheira Florestal pelo Instituto Federal de Minas Gerais, campus São João Evangelista - IFMG/SJE, mestranda em Ciências Florestais na Universidade Federal de Lavras, área de concentração em Manejo Florestal/Inventário Florestal. Profissional com iniciativa, proatividade, responsabilidade, flexibilidade e disponibilidade de aprender.

**Sarah Dieckman Assunção Rodrigues**

**E-mail:** [sarahdieckman.a.r@gmail.com](mailto:sarahdieckman.a.r@gmail.com)

**Curriculum Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/0047277127085758>

Ingressou no Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista, onde se formou no curso de Bacharelado em Engenharia Florestal. É uma das co-fundadoras do Centro Acadêmico de Engenharia Florestal do IFMG-SJE, onde ocupou o cargo de Diretora Geral. Também participou da fundação do Núcleo de Estudos em Manejo de Unidades de Conservação (GEMUC) e do Núcleo de Estudos em Mensuração Florestal (NEMFLOR). Atuou como voluntária no projeto de pesquisa: Avaliação das Propriedades Físico-Hídricas do Solo nas Áreas de Recargas de Nascentes, sob Diferentes Usos do Solo. Atualmente é bolsista no Programa de Ciência do Solo pela Universidade Federal de Lavras.